تحلية المياه

معالجة المياه

المعالجة الأولية لمياه التغذية
Feed water Pre- treatment

المعالجة الأولية لمياه التغذية لوحدات التحلية

معالجة مياه التغذية الداخلية لوحدة التحلية feed treatment (سواء مياه البحار أو الآبار أو غيرها) تسمى بالمعالجة الأولية أو الابتدائية Pre-treatment . ويتم معالجة هذه المياه أساساً لحماية وحدة التحلية والأجهزة بها من التآكل corrosion ومن ترسب الأملاح scale depositesومن عمليات ترسب العوالق والمواد العضوية. وتختلف عملية المعالجة الأولية حسب نوع ماء التغذية (بحر ، بئر أو غيره) ، وحسب تكنولوجيا التحلية المستخدمة (حرارية ، أغشية........ إلخ) فقد يلزم لعمليات التحلية بالأغشية معالجة المواد العالقة والبحرية أكثر من الطرق الحرارية وذلك لمنع انسداد شعيرات ومسامات الأغشية الدقيقة جداً . في حين أن الطرق الحرارية يلزمها معالجة الاملاح الذائبة أكثر من طرق الأغشية خوفاً من ترسب الأملاح على أسطح انتقال الحرارة مع زيادة درجة الحرارة.

والشكل 1 يوضح التصور العام للعمليات المعالجة الأولية لمحطات التحلية ففي محطات التحلية الحرارية تشمل المعالجة على :

أ / شبكات تصفية عوالق البحر screening system

ب/ إضافة الكلور (أو مواد لقتل الأجسام الحية الدقيقة Biocides).

ج/ إضافة المواد الكيمائية (ضد الترسبات Anti Scalants وضد التآكل وضد الرغاوي Anti Foam).

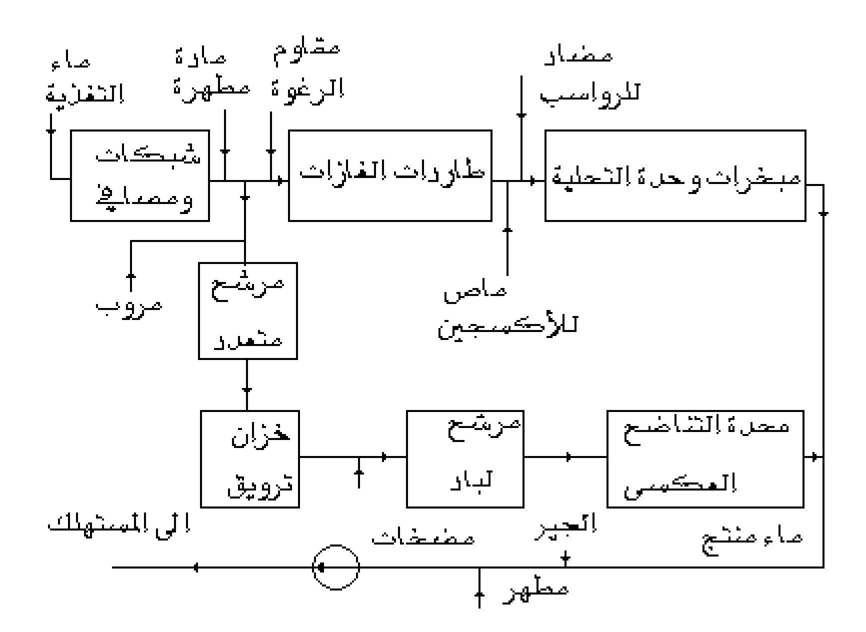
د/ علميات إزالة الغازات الذائبة في ماء التغذية Deaeration باستخدام طارد الغازات ، وقد تستخدم مواد كيمائية (مثل سلفات الصوديوم) لامتصاص ما تبقى من الاكسجين ومنه إلى مبخرات وحدة التحلية Evaporators .

أما في محطات التحلية الأغشية تشمل المعالجة على :

أ/ شبكات تصفية عوالق البحر Screening system.

ب / إضافة الكلور لماء التغذية لقتل الأحياء الدقيقة.

ج/ إضافة المواد الكيمائية (لتجميع العوالق الدقيقة Coagulants.



شكل ١: المعالجة الأولية و النهائية لمحطات التحلية

د/ عملية الترسب sedimentation .

هـ / عمليات إزالة العوالق الدقيقة (الترشيح _ الفلترة)

و/ عمليات إزالة العوالق الدقيقة جداً (الفلترة الدقيقة جداً أو الميكرونية) .

ز / إزالة الكلور الزائد قبل دخول الماء للأغشية ، حتى لا تتلف الأغشية) ومنه إلى مجمع الأغشية .

أهمية المعالجة الأولية على أداء وحدات التناضح العكسي

تعتبر جودة المعالجة الأولية من أهم العوامل المؤثرة على نجاح عملية تشغيل وحدات التناضح العكسي ، حيث إن ترسب أي عوالق على الأغشية وانخفاض معدات إنتاج الماء ، وقد يتبع انخفاض معدل الإنتاج إلى زيادة ضغط المحلول مما يتلف الأغشية ويقلل من عمرها الافتراضي للعمل .

وتشمل المعالجة الأولية العمليات الأساسية مثل الترشيح باستخدام المرشحات الرملية ثم يتبع ذلك مرشحات اللباد في حدود خمسة ميكرون، ثم إضافة الحامض لضبط الرقم الهيدروجيني ولمنع الترسبات والتي تترتب ترسبات وتقليل معد أكسدة الحديد ، وإضافة الكلور لقتل المواد العضوية الحية (ثم يزال الكلور تماما خاصة في اغشية البولويد) حتى لا تؤثر على أداء الأغشية . وتعتبر مكونات ونظم المعالجة الأولية لوحدات التحلية بالتناضح العكسي من الأجزاء المهمة جدا والمكلفة (فقد تصل إلى ٦٠ ٪ من التكاليف الشرائية) للوحدة .

جدول ١: الكيماويات المضافة لوحدة التحلية

الكيماويات المضافة	السبب للإضافة
المعالجة الاولية:	-
- هيبوكلوريد الصوديوم (الهيبو)	لتطهير ماء التغذية (أو الماء المنتج)
- أو كبيرتات النحاس	لتطهير ماء التغذية (أو الماء المنتج)
- باي سلفات الصوديوم	لإزالة الكلور من ماء التغذية
- هيكسا ميتا فوسفات الصوديوم	لمقاومة الترسبات
- حامض الكبريتيك	لضبط الرقم الهيدروجيني ومقامة الترسبات
المعالجة النهائية:	
- هيبوكلوريد الكالسيوم / الصوديوم	لتطهير الماء المنتج
- الجير	لضبط الرقم الهيدروجين
التنظيف :	
- هيدروكسيد الامونيوم/ الصوديوم	لضبط الرقم الهيدروجيني لمحلول التنظيف
- حامض الهيدروكلويك	لضبط الرقم الهيدروجيني لمحلول التنظيف
- حامض الستريك/ الفسفوريك/ الاكسليك	لإزالة الترسبات الكربونية والاكسيد
- فوسفات الصوديوم الثلاثي	لإزلة المواد العضوية والترسبات الميكروبيولوجية
- الفورمالدهايد .	للتطهير والمحافظة على الأغشية

ماهي الكيماويات المضافة لعمليات التحلية ؟

تتعدد الكيماويات المضافة لعمليات التحلية حسب الهدف منه. ومنها ولمعالجة المياه في محطات التحلية ، تضاف نسب محددة من بعض المواد الكيمياوية مثل.

أ) هيبوكلوريد الصوديوم ، أو سلفات النحاس ، لتطهير الماء المالح.

ب) باي سلفات الصوديوم لطرد الأكسجين من ماء التعويض، وإزالة الكلور الزائد .
ج) حامض الكبريتيك لضبط الرقم الهيدروجيني في الماء المالح.
د) مادة البلجارد (اسم تجاري لمركب كيمائي) لمنع الترسبات على أسطح انتقال الحرارة (في المحطات الحرارية).
هـ) كما يضاف هبوكلوريد الصوديوم وهيبو كلوريد الكالسيوم لتطهير الماء المنتج ، كما يضاف الجير لضبط الرقم الهيدروجيني لماء المنتج ، والجدول ١ يوضح ملخص لبعض المواد الكيميائية التي تضاف لمات التحلية الحرارية أثناء المعالجة الأولية والنهائية ، سبب إضافتها والشكل ٢ يبين مواقع إضافة وحقن هذه المواد.

مكونات منظومة الدخول والمعالجة الأولية لمياه التغذية :

تتكون منظومة دخول مياه التغذية لوحدة التحلية من مجموعة من الأنابيب أو المجاري لدخول الماء المطلوب معالجته. ثم يتجه ماء التغذية من خلال شبكات - مصافي – لحجز العوالق الكبيرة مصل الأعشاب، ومنه إلى مضخات ومنها إلى المروقات شكل ٣ وهي عادة ما تكون خزانات كبيرة تسمح بترسيب المواد العالقة الكبيرة الحجم نسبيا كالرمال والطمي ، وقد يستخدم مواد مساعدة مل كبريتات الألومنيوم - الشبه – للمساعدة في تجميع العوالق الصغيرة ؛ حيث تتميز كبريتات الألمونيوم بالقدرة على جذب العوالق الصغيرة وتجميعها حولها لتكون عوالق كبيرة) لتسهل ترسبها . ثم يتم حقن الماء بالكلور لقتل الأحياء الدقيقة ثم يزال الكلور الزائد قبل دخول الماء للأغشية وكذلك إضافة بعض المواد الكيمائية ضد الترسيب وضد التآكل ينتقل الماء بعد ذلك إلى مجموعة المرشحات الرملية متعدد المحتوى من الرمال والحصى الدقيق لترشيح الماء من العوالق شكل ٤ ثم مرشحات اللباد (لترسيب المواد العالقة الدقيقة كالفطريات الدقيقة) وفي وحدات التحلية بالأغشية قد تحتاج إلى المرشحات الدقيقة جدا وفي وحدات التحلية الحرارية نحتاج إلي إزالة الغازات عن طريق طارد الغازات شكل ٥ وعليه يكون ماء التغذية في وضع يسمح له بالدخول إلى وحدة التحلية.

والشكل ٦ يوضح نموذج آخر لمسار عملية المعالجة لمياه تغذية من نهر عذب سواء لاستخدمها كماء شرب ، أو في حالة دخولها وحدة أغشية أو في حالة دخولها لوحدة تبادل أيوني ، والجدير بالذكر أن منظومة المعالجة الأولية لميه التغذية تحتاج أيضا إلى المكونات الأساسية لأية منظومة هندسية مثل المضخات والمرشحات والمبادلات الحرارية وأجهزة القياس والتحكم وغيرها من المكونات.

أهمية العكارة Turbidiy وما هي طرق علاجها

تنتج العكارة من وجود مواد عالقة بالماء مما يمنع صفائها ، ويمنع مرور الضوء أو انكساره . وهذه المواد قد تكون طمي أو رمل أو بكتيريا أو غيرها . وتقاس العكارة بكمية تشتت الضوء الساقط عمودي على كمية من الماء، وتقاس بوحدة (NTU) وهي نسبة التشتت للضوء بالنسبة لعينة قياسية. والعكارة بما تحتويه من مواد عالقة تسبب ترسبات وانسداد على الأنابيب المار بها الماء وكذلك تآكل المكونات بها ، وعلاج العكارة (أو المواد العالقة) هي الترسب والترشيح الرملي أو الميكروني.

اختبار العكارة SDI

يعتبر اختبار العكارة (للمواد العالقة بماء التغذية) من أحد المعايير الهامة للمحافظة على كفاءة وحدة التحلية خاصة بالأغشية. واختبار العكارة المسمى Slit Density Index هو اختبار لتحديد نسبة المواد العالقة في الماء على أساسه تحدد حجم عمليات المعالجة الأولية المطلوبة لمياه التغذية والخاصة بإزالة المواد العالقة . ويتكون جهاز هذا الاختبار، شكل ٧ من مرشح (٠,٤٥ ميكرون) ومقياس ضغط وصمام . ويتم الاختبار عند ضغط ٢,١ بار والاختبار عبارة عن ترشيح كمية من ماء التغذية تعادل ٥٠٠ مللي لتر من خلال مرشح جديد ويقاس الزمن اللازم للترشيح T1 وترك بعد ذلك ماء التغذية ليمر خلال المرشح لمدة ١٥ دقيقة (يسبب انسداد جزئي للمسام ، ومن ثم يقل معد مرور الماء) ثم يعاد قياس الزمن اللازم لمرور ٥٠٠ مللي لتر الماء خلال المرشح (T2) ويحسب قيمة الـ SDI كما يلي :

$$SDI = (1- T1/T2) (100/15)$$

وعندما يكون الزمن T2 أكبر من أربع مرات من الزمن T1 يكون مقياس SDI=5 أما قيمة أل SDI التي تسبب انسداد المرشح هي ٦,٧ ولمنع انسداد أغشية وحدة التحلية (في حالة أغشية الناضح العكسي والملفوفة حلزونياً) يلزم أن يكون قيمة مقياس العكارة خمسة أول أقل وتكون أقل من ثلاثة في الأغشية الشعيرات المجوفة ، ويلزم إجراء عملية ذا القياس الاختبار لماء التغذية أكثر من مرة ويفضل ثلاث مرات في اليوم الواحد .

أنواع المرشحات (الفلاتر) المستخدمة في وحدات التحلية

تعتبر عملية الترشيح الفعالة جزءا هاماً وضرورياً في وحدات تحلية وتنقية الماء. وتنقسم المرشحات إلى مجموعتين أساسيتين:
الآلي : المرشحات الرملية والثانية المرشحات الخرطوشية (ذات خراطيش) وتوجد أنواع وأشكال و أحجام متعددة لكلاً المجموعتين ، ويمكن عرضها بصورة مبسطة كما يلي :

المرشحات الرملية Sand (media) filters

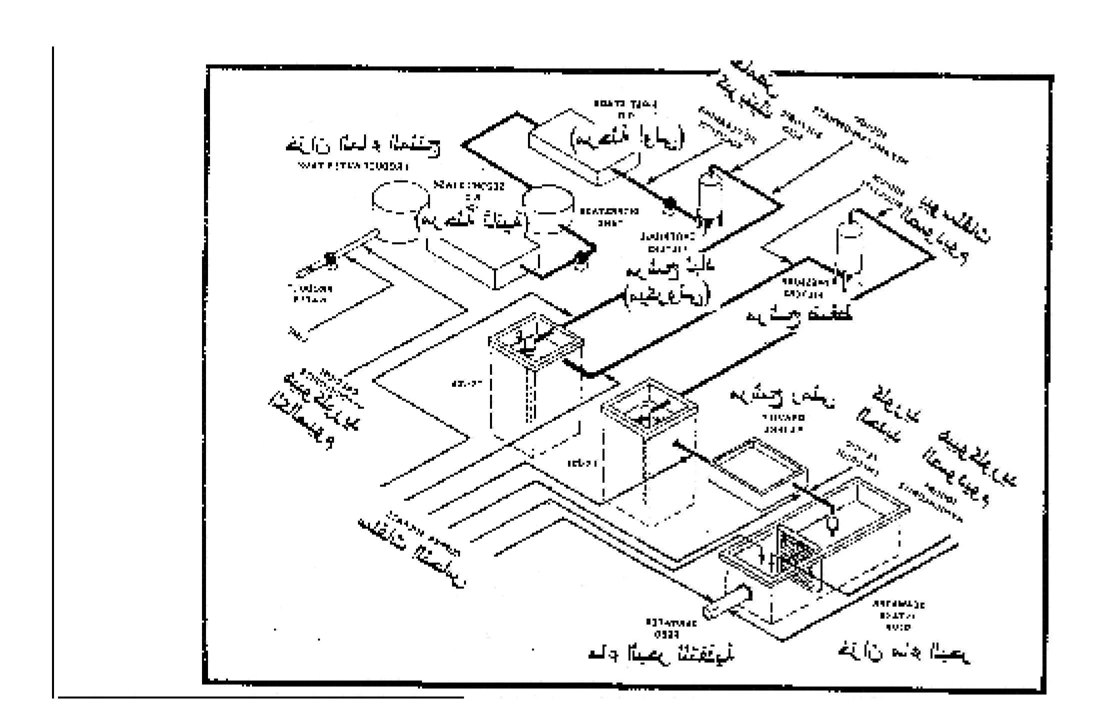
وتعتبر المرشحات الرملية الأساسية والفعالة لكثير من وحدات تحلية المياه. وتتشابه جميعها في طريقة وفكرة العمل باستثناء المادة الوسيطة المستخدمة داخل المرشح، ويصنع جسم المرشح من الصلب أو من الخيوط البلاستكية المقواة بالزجاج Fiber Glass ولجسم المرشح فتحات لدخول الماء الخام وأخرى لخروج الماء المرشح، شكل ٤ كما يحتوي كل مرشح على مجموعة من المواسير والصمامات التي تمكن من تحقيق عملية الغسيل العكسي للمرح عند الحاجة . كما يوجد داخل المرشح شبكة لتوزيع المنتظم لسريان الماء. والمادة الوسيطة للمرشح هي مجموعة طبقات من الحصى gravel والرمل sand بدرجات مسامية مختلفة حسب درجة نقاوة الماء المطلوبة.

المرشحات الخرطوشية Cartridge filer

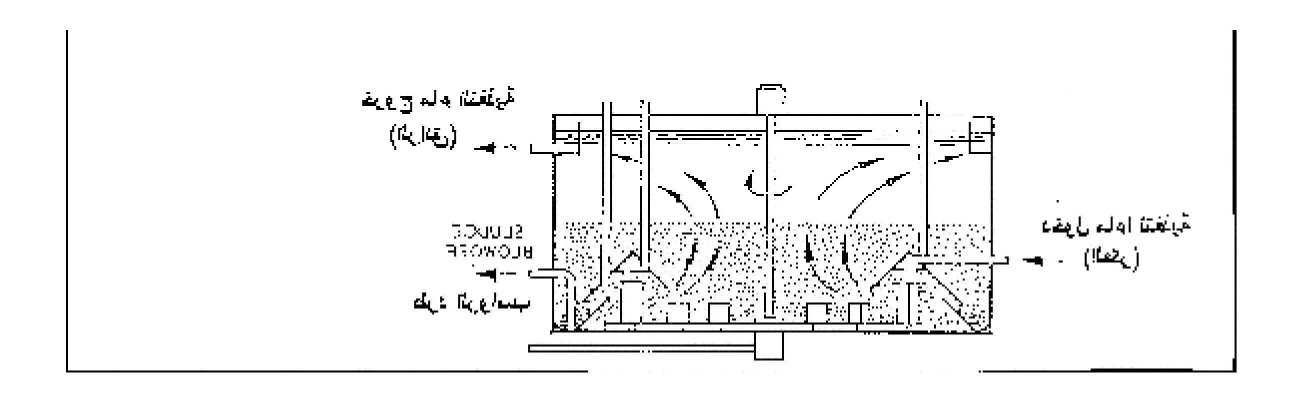
تتكون هذه المرشحات من جزئين هما خراطيش الترشيح والوعاء الحاوي لها. ويصنع الوعاء الحاوي إماء من مادة الصلب الذي لا يصدأ أو من لدائن (بلاستيك) من البولي بروبلين والبولي كربونيت القادر على تحمل ظروف الاستعمال القاسية والتغييرات المتكررة للحرارة والضغط. تورد الخراطيش حسب المواصفات المطلوبة لنقاوة الماء وتتراوح دقة الخراطيش بين ٥ إلى ٣ ميكرون (والميكرون جزء من مليون من المتر) ويمكن استبدال الخراطيش بسهولة انسدادها بالمواد الدقيقة وعالقة بالماء (يتم معرفة ذلك بارتفاع رق الضغط للماء بين الدخول والخروج).

مرشحات أخرى:

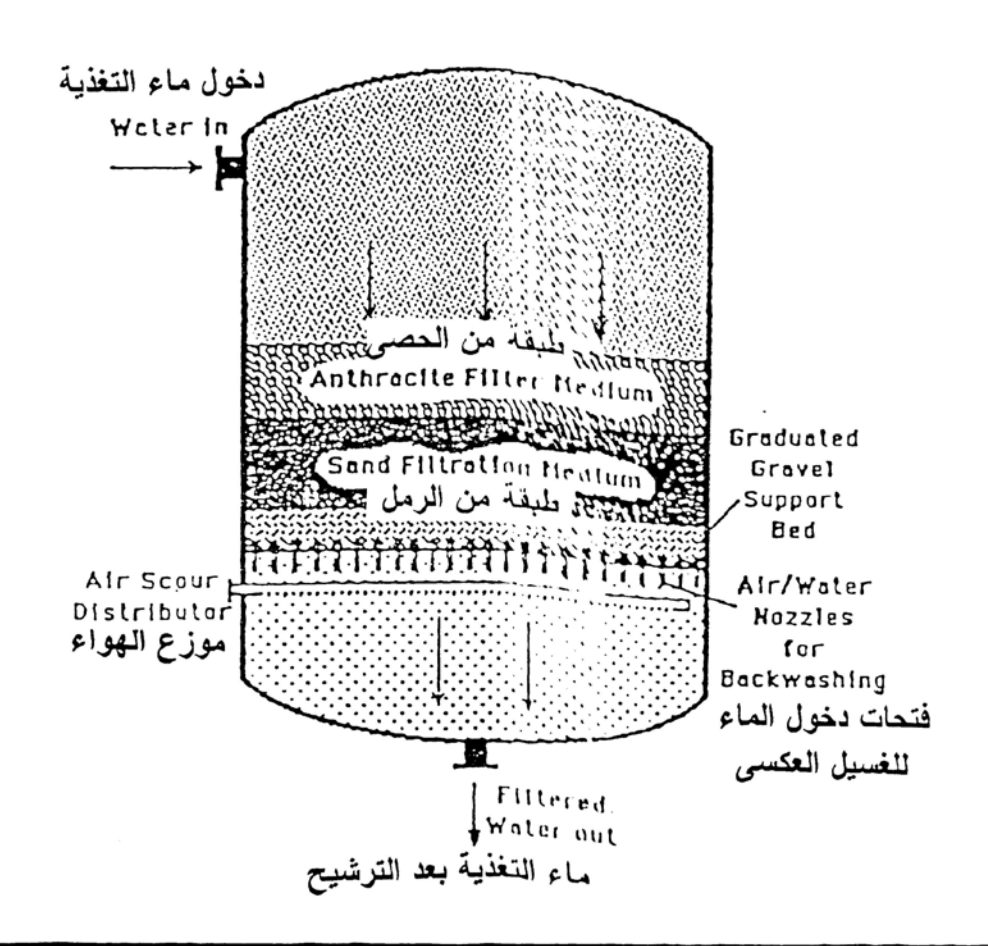
تستخدم بعض المرشحات الأخرى مثل مرشح الكربون المنشط والذي يعمل على التخلص من الكلور الزائد والروائح الغريبة بواسطة الامتصاص الكيميائي . كما يستخدم مرشح إزالة الحديد للتخلص من الحديد بواسطة الأكسدة والترشيح. وتبطن الأجزاء الداخلية المعرضة للماء بالأبوكسي لمنع التآكل ما أمكن ذلك وأما السطوح التي يتعذر تبطينها بالأبوكسي (كالصواميل والمسامير ، وغيرها) فتصنع من مواد مقاومة للتآكل .



شكل ٢ : مواقع حقن الكيميائيات في محطة تناضح عكسي

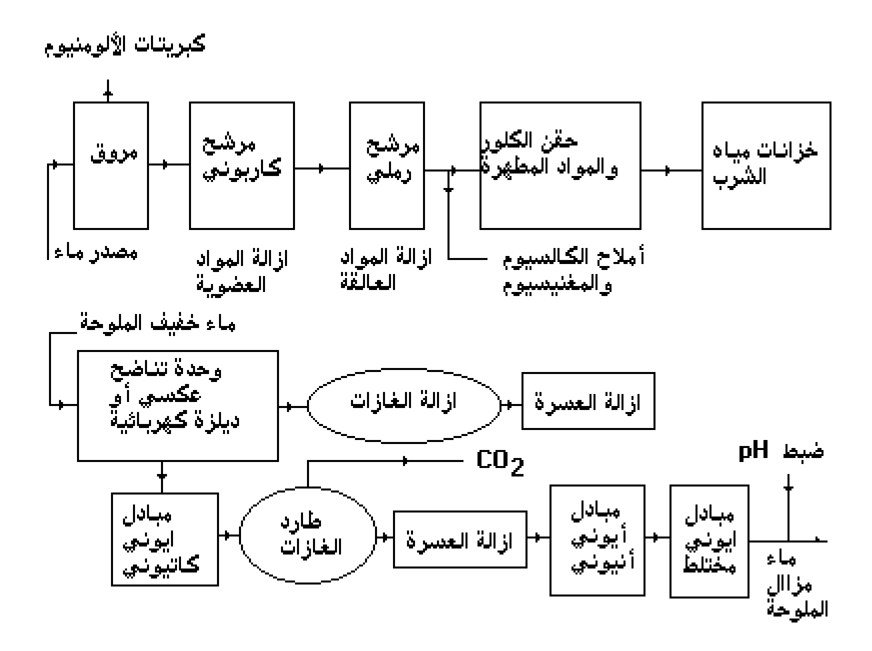


شكل ٢ : المروقات

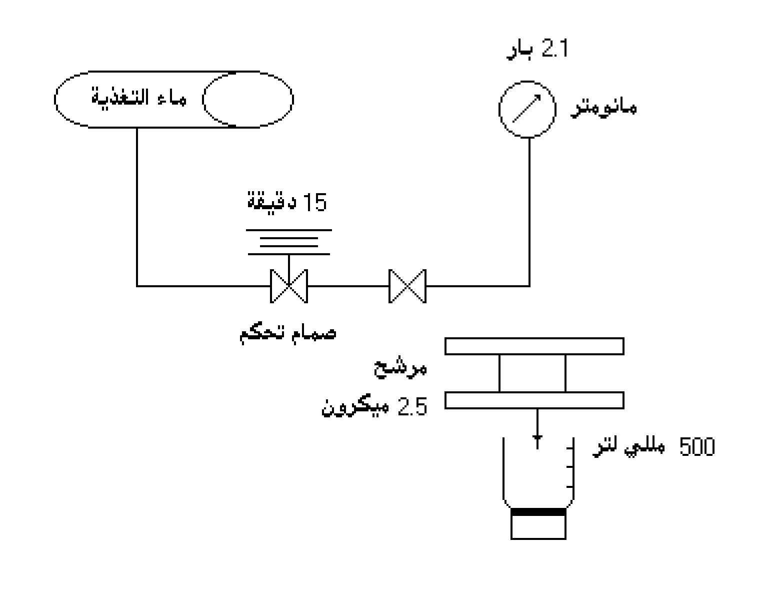


شكل ٤: مرشحات رملية متعددة المحتوى.

شكل ٥: طرد الهواء



شكل ٦: تصور عام لمحطة معالجة مياه كاملة



شكل ٧: اختبار العكارة

المعالجة النهائية لمياه التحلية المنتجة
Product Water post Treatment

ما معنى المعالجة النهائية للمياه المنتجة من وحدة التحلية

كثيراً ما تنتج محطات التحلية ماء غير صالح للاستخدام، ومن بعض الخواص اللازمة لضبط الماء المنتج هي:

أ) الطعم والرائحة

ب) درجة حرارته.

ج) العوالق الدقيقة والميكروبات .

د) نسب الأملاح الذائبة .

هـ) القلوية والحامضية والرقم الهيدروجيني pH

و) قدرته على التآكل للمعادن.

فعلى سبيل المثال فإن الماء المقطر والمنتج من المحطات الحرارية يكون شره للتفاعل ويسبب تآكل المعادن التي يمر بها (مثل أنابيب نقل وتوزيع الماء، والمضخات، والخزانات وغيرها) ويمكن قليل شراهة الماء المقطر بإضافة نسبة أملاح قليلة للماء (لتصل إلى حوالي جزء في المليون). ويتم ذلك بخلط جزء صغير من ماء البحر أو البئر ثانية بالماء المنتج. وأثناء مرور الماء المنتج في طريقه إلى الخزانات يتم حقن وخلط الماء المنتج بنسب محددة - سب معدلات سريان الماء المنتج –من الجير (بيكربونات الكالسيوم وغاز ثاني أكسيد الكربون، وماء البحر ومحلول هيبوكلوريد الصوديوم . وتوجد عادة أجهزة مراقبة وقياس لنسب الأملاح والكلور الزائد والرقم الهيدروجيني وغيرها لضبط كميات الحقن للوصول للمواصفات المطلوبة.

وفي ماء التقطير المنتج للشرب يضاف جزء من الجير (بيكربونات الكالسيوم) مع الماء المنتج لضبط نسبة الأملاح به، ولتأثيره الجيد في طعم الماء وفي زيادة نسبة الكالسيوم، وكذلك الرقم الهيدروجيني. أما بالنسبة للاعتبارات الصحية لمياه الشرب، فإن المواصفات المطلوبة تحدد أقصى نسب للمواد والمواد العضوية والبكتريا والأملاح والطعم وغيرها.

الترسبات والتآكل
Scaled Deposits and Corrosion

ما معنى وسبب ترسب الأملاح وكيف يمكن علاجها

يعتبر ترسب الشوائب والمواد العالقة Fouling (كالطمي والطحالب والمواد البحرية) وترسب الأملاح والمواد الذائبة (مثل كربونات الكالسيوم والمغسيوم، وهيدروكسيد الماغنسيوم، وسلفات الكالسيوم والمغنسيوم والسيلكا) من أكثر مشكلات عمليات التحلية أهمية. ففي عمليات التحلية (خاصة الحرارية) يسبب ترسب الأملاح سد أنابيب سريان الماء المالح (وهذا يقلل من معدلات السريان وزيادة الضغط والطاقة اللازمة للمضخات) كما يتسبب ترسب الأملاح أيضاً في تقليل وخفض معدلات انتقال الحرارة على أسطح التبادل الحراري مما يقلل الإنتاجية وكفاءة وفعالية المحطة . وتزداد معدلات الترسب مع زيادة تركيز المحلول المحلي، ومع زيادة درجة الحرارة. فعند زيادة درجة الحراة تقل قابلية معظم الأملاح للذوبان في الماء فتترسب على جدار الأنابيب التي تمر بها.

وفي المحطات الحرارية تنقسم أنواع الأملاح المترسبة إلى:

أ) ترسبات طرية (مثل ترسبات الطحالب والطمي وكربونات الكالسيوم) يمكن إزالتها ميكانيكاً (بالكرات الاسفنجية) أو كيمائياً (بإضافة بعض المواد الكيمائية – مثل بولي فوسفات الصوديوم والبلجارد – والتي تمنع ترسب الأملاح وتجعلها عالقة مع الماء وتطرد مع الرجيع المطرود) أو تزال هذه الرواسب عن طريق المعالجة الحمضية (بإضافة حامض الكبريتيك المخفف إلى ماء التغذية) وجدير بالذكر أن المحطات المستخدمة للمعالجة الحمضية يمكنها رفع درجة حرارة الماء المالح أعلى من المحطات المستخدمة للمعالجة الكيمائية، ومن ثم ترفع كفاءتها وإنتاجها. إلا أن هذه المعالجة لها محاذيرها من حيث المراقبة والتحكم في التآكل للأنابيب ومكونات وحدة التحلية.

ب) ترسبات صلبة (مثل ترسبات مركبات السلفات والسليكا) والتي لا يمكن إزالتها ميكانيكاً أو كيميائياً بسهولة. وتزداد ترسبات هذه المكونات مع رفع درجات حرارة الماء وعليه تحدد أقصى درجة حرارة للمحلول ومن ثم تحدد من إنتاجية وكفاءة الوحدة. الشكل ٨ يبن انخفاض ذوبانية أملاح كبريتات الكالسيوم مع زيادة درجة الحرارة.

أما في محطات الأغشية، فتترسب المواد العالقة والتي لم ترشح وكذلك بعض الأملاح (مع زيادة تركيز الماء المالح خلال مروره بمجمعات الأغشية، وتقلل بذلك القدرة على الذوبان في الماء أو ارتفاع التركيز فوق حالة التشبع) . وتترسب أملاح مثل كربونات/ بيكربونات الكالسييوم و هيدروكسيد المغنيسيوم،

وسلفات الكالسيوم والسيليكا ، وتتسبب هذه الترسبات في سد شعيرات الغشاء الدقيقة وتقليل إنتاجيتها . وإذا لم تؤخذ المعالجة الأولية للماء الداخل للوحدة مأخذ الجد ، فقد تسد الأغشية في أسابيع ويفقد إنتاجية الوحدة تماماً.

شكل ٨: انخفاض ذوبانية مركبات كبريتات الكاسيوم مع درجة الحرارة.

الرواسب (القشور Scale)

تتكون القشور غالباً من خليط من مركبات مثل كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ ، هيدروكسيد المغنسيوم $Mg(OH)_2$ وكبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ أو الجبس كما تتكون من نواتج عملية التآكل ، من أكاسيد وهيدروكسيدات الحديد .

وتتكون القشور نتيجة أن بعض الأملاح ضعيفة الذوبان في الماء. كما تنخفض الذوبانية بازدياد درجة الحرارة (ذوبانية معكوسة) وكذلك تترسب نتيجة وصول المحلول إلى حالة التشبع من هذا العنصر المذاب، فإذا ما زاد التركيز (نتيجة لخروج الماء العذب بالتحلية) ترسبت الأملاح ومركباتها المشبعة (ملاحظة: تزداد ذوبانية الماء لملح الطعام مع زيادة درجة حرارة الماء في فتقل ذوبانية كبريتات الكالسيوم مع زيادة درجة الحرارة الشكل ٨ ويحتاج تكون الراوسب إلى شرط منها الوصول إلى حالة التشبع ووجود شوائب بدأ الترسب ، وتوفر الوقت اللازم للترسب كما تتأثر عملية تكون الترسبات بعدة عوامل منها تركيز المركبات القشرية في ماء التحلية (مثل أيونات كربونات الكالسيوم ، هيدروكسيد المغنيسيوم ، كبريتات الكالسيوم) كما تتأثر بعوامل التشغيل لوحدة التحلية مثل نسبة التركيز للمحلول الملحي، درجات الحرارة ، الرقم الهيدروجيني ، القلوية ، زمن التلامس بين الماء والأسطح ، توافر سطوح بدأ نويات الترسيب.

وتترسب المركبات الصلبة – بوجه عام – مثل كبريتات الكالسيوم فوق ١٠٠ ْم في حين تترسب مركبات كربونات الكالسيوم عند الدرجة ٧٧ وهيدروكسيد المغنسيوم عند ٨٢ (في حالة زيادة تركيز ماء البحر المالح إلى الضعف) لكن يجب ملاحظة ما يلي :

كربونات الكالسيوم هي أول الأملاح المحتمل ترسبها حتى عند ٦٠ ْم.

يترسب هيدروكسيد المغنسيوم فوق ٨٠ ْم لكن يمكن أن يترسب في درجة حرارة أقل من ذلك حسب التركيز ومدة الماء مع أسطح تكون القشور.

يبدأ ترسب كبريتات الكالسيوم عند ١٠٠ ْ م ويمكن تربها في درجة حرارة أقل من ذلك مع زيادة التركيز .

كيف يمكن التحكم في تكوين الرواسب (القشور)؟

التحكم في تكوين الرواسب تعني منعها أو الإقلال من تكونها إلى الحد الأدنى ويتم ذلك عن طريق إعاقة عملية الترسيب وذلك بالتأثير في طرق تكوين الرواسب ونحوها أو جعلها على هيئة غير متماسكة وضعيفة يسهل إزالتها والتخلص منها . ويجب ملاحظة أنه من الصعب جدا المنع الكامل لتكون الرواسب ، فحتى عند درجات الحرارة المنخفضة وجد عملياً تكون رواسب كبريتات الكالسيوم لكنها نسبة ضعيفة غير مؤثرة بصورة ملحوظة.

وتعتمد عملية التحكم في الرواسب على عدة أسس منها تفادي الوصول إلى مراحل التشبع لمركبات القشور (بخفض درجات الحرارة مثلا) والتفاعل الكيمائي لإزالة المكونات الايونية، إتمام عملية الترسب بعيداً عن الأسطح الهامة لعملية التحلية مثل أسطح التبادل الحراري في المحطات الحرارية).

تؤخذ هذه الاعتبارات أثناء عملية التصميم والتشغيل على السواء فأثناء التصميم يؤخذ في الاعتبار طبيعة الماء المالح المستخدم لعلمية التحلية، واحتمال تغيير خواصه موسمياً أو حتى يومياً، كما تؤخذ في الاعتبار نوعية التكنولوجيا والمواد المستخدمة فيها، والاعتبارات الاقتصادية لتكوين القشور. أما من حيث التشغيل فيؤخذ في الاعتبار أقصى درجات حرارة بالوحدة وتوزيع درجات الحرارة ، ومعدل سريان المحلول المركز ، وتأثيره على مدة التلامس بين الماء على الأسطح ، ومعدل طرد المحلول المركز لتأثيره على تركيز المحلول بالوحدة.

وتستخدم عدة طرق لمعالجة الترسبات منها استخدم بعض الأحماض للتخلص من أيونات البيكربونات المسببة لتكون قشور كربونات الكالسيوم وهيدروكسيد المنغنسيوم (القلوية) وتضاف كمية الحامض تبعاً لقلوية ماء التغذية. ويضاف حمض الكبريتيك المركز (أكثر من ٩٦ ٪ تركيزاً) بحقنه بعد مزجه بالماء. ويقاس الرقم الهيدروجيني لتحاشي زيادة الحمضية للماء وتأثيره السلب بتآكل مكونات

الوحدة وينتج عن إضافة الحامض خفض الرقم الهيدروجيني وخروج غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يلزم التخلص منه وتضاف الصودا الكاوية لرفع الرقم الهيدروحيني إلى قرب الرقم ٧.

من ناحية أخرى يمكن لبعض المكونات الكيماويات أن تساعد على تأخير تكون الرواسب أو تساعد في جعلها معلقة في المحلول دون ترسيب أو جعلها رخوة غير متماسكة وغير قابلة للالتصاق بأسطح التبادل الحراري، ومن هذه الكيماويات،متعددات الفوسفات (سداسي ميتافوسفات الصوديوم) للتحكم في ترسب كربونات الكالسيوم ، وكذلك مركبات متعدد الكربوكسيلات مثل المركب التجاري المشهور بالبلجارد للتحكم في ترسبات كربونات الكالسيوم ، وهيدروكسيد المغنسيوم .

وعلى كل الأحوال، يتم التخلص من الرواسب بطريقة ميكانيكة سواء بتوقف التشغيل وتنظيف المكونات (بالفرش) أو اثناء التشغيل بالكرات الأسفنجية كما تستخدم الوسائل الكيماوية (مثل أحماض الهيدروكلوريك أو الكبريتيك أو الستريك ، أو السفاميك المخفف)

سبب التآكل :

التآكل هو انهيار وضعف المواد - خاصة المعدينة – نتيجة تفاعلها مع الجو المحيط بها كيميائياً ، والصدأ المعروف لنا جميعا هو نوع من أنواع التآكل للمواد الحديدة – حيث تتكون مركبات أكاسيد الحديدوز – ويتسبب التآكل في انهيار وضعف المواد نتيجة تغيير حالة المواد وتحولها إلى مركبات ضعيفة كالأكاسيد ، وتكون فجوات وشروخ في المعدن . وقد يسبب التآكل انفجار الأنابيب والأوعية ذات الضغط المرتفع، أو تسبب تسرب عناصر غير مرغوب فيها (مثل الماء المالح إلى الماء العذب فيقلل من جودته وصلاحيته). مما يؤدي إلى أعطال قد تسبب التوقف المتكرر للوحدات ومن ثم نقص الإنتاج.

والسبب العام للتآكل هو أن المواد المستخدمة في تصنيع وحدات التحلية عادة ما تكون غير متجانسة (سواء تواجد أكثر من مادة متلاصقة معاً أو أن المادة الواحدة يكون بها شوائب من عناصر أخرى) وعند وضعها في محلول موصل للكهرباء (كالماء المالح) يتولد أقطاب موجبة وسالبة بين المدة وجارتها أو مع نفسها (مع الشوائب بها) ويتسبب ذلك في تكون دوائر كهربية دقيقة وانتقال أيونات من المادة الضعيفة كيميائياً إلى المحلول مما يضعف المادة ويسبب التآكل (كأن المحلول يأكل المادة) شكل ٩. وجود غازات ذائبة بالماء كالأكسجين وثاني أكسيد الكربون في إحداث وزيادة معدلات التآكل.

طرق علاج التاكل :

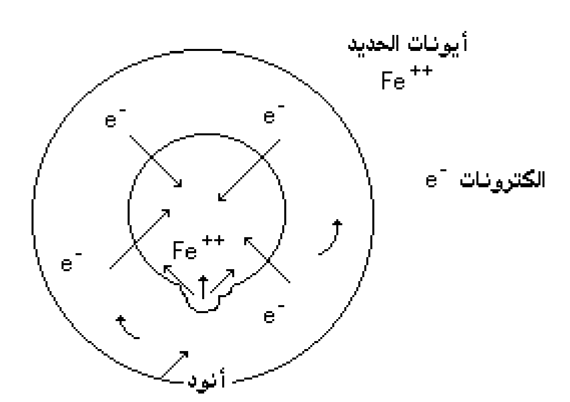
تتم عملية معالجة مشكلات التآكل عامة بعدة طرق منها :

أ) إزالة مسببات التآكل في الماء مثل إزالة الغازات الذائبة بالماء كالأكسجين وثاني أكسيد الكربون ، ويتم ذلك من خلال علمية طرد الغازات للماء الداخل للوحدة وإضافة مواد ماصة للأكسجين الذائب – مثل بيوسلفات الصوديوم ،

ب) الحماية الكاثودية وفيها توضع مواد غير ثمينة التكاليف لتعمل كأقطاب يتم تآكلها من خلال الدائرة الكهربية ومن ثم التضحية بها والمحافظة على المادة الأساسية لوحدة التحلية، كذلك يمكن عمل دائرة كهربية معاكسة لمنع (أو إضعاف) تأثير الدائرة الأساسية والمحافظة على كلا المادتين.

ج) الدهان أو التغطية بطبقة مادة حماية (مثل الصلب غير القابل للتآكل، أو سبائك النحاس)، وأحيانا بطبقة من المطاط أو البلاستيك أو الخرسانة أو الفيبرجلاس (في حدود درجات الحرارة التي تتحملها هذه المواد) .

د) استخدام مثبطات التآكل: ويمكن التحكم في التآكل أما بالاختيار الأمثل للمعادن المستخدمة أو التدخل بالوسط والبيئة التي تتعرض لها هذه المواد. فمع أخذ الاعتبارات الاقتصادية (من حيث تكاليف المواد ، يجب اختيار المواد ، المقاومة للتآكل تحت ظروف التشغيل المختلفة التي يمكن أن تتعرض لها هذه المواد وطرق تصنيعها والاجهادات المعرضة لها لجعلها أكثر مقاومة. كما يؤخذ في الاعتبار حسن اختيار وتجنب الأزدواجيات المعدنية التي تكون دوائر كهربية شديدة التأثير فاختيار مواد مقاومة للتآكل (ولو مرتفعة الثمن) قد يكون أفضل من استخدام مواد رخيصة الثمن وتتآكل وتسبب توقف مستمر للوحدة (للصيانة ومعالجة الأمر) مثلا تستخدم مواد مقاومة للتآكل مثل الصلب المقاوم للتآكل وسبائك النحاس والنيكل (٧٠ – ٣٠ ، أو ٩٠- ١٠) أو استخدام مادة التيتانيوم العالي المقاومة للتآكل. والجدول ٢ يبين تدرج المواد من حيث مقاومتها على التآكل مع مياه البحر.



شكل ٩ : تآكل الأنابي

جدول ٢ : ترتيب بعض المواد من حيث قدرتها على مقاومة التآكل:

	المادة
أعلى مقاومة للتآكل	التيتانيوم
	صلب لا يصدأ نوع ٣١٦
	سبيكة المونيل
	سبيكة نحاس / نيكل ٣٠/٧٠ (٧٠نحاس ٣٠ نيكل ٠,٥ حديد)
	سبيكة نحاس / نيكل ١٠/٩٠ (٩٠ نحاس ١٠ نيكل ٠,٨ حديد)
	النحاس الاصفر – المونيوم
	برونز / المونيوم ١٠ ٪
	برونز
	النحاس الاصفر الاميرالي
	الحديد الزهر
	الصلب العادي
أدنى مقاومة للتآكل	

ومثبطات التآكل هي مواد كيماوية (عضوية أو غير عضوية) تضاف بنسب ضئيلة جدا لإعاقة التفاعلات أو تثبيطها. ومن هذه المثبطات مركبات الفوسفات، والكبريتات، والكرومات والسيكات ، وغيرها.

= ما هي العوامل التي تؤثر على معدلات التآكل في المياه المالحة؟

توجد عدة عوامل تؤثر على زيادة معدلات التآكل في المياه المالحة مثل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون الذائب في الماء والرقم الهيدروجيني للماء، ودرجة الحرارة، سرعة سريان الماء، ونسبة الكلور وغير ذلك.

وتساعد الغازات الذائبة مثل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون على زيادة معدل تآكل الصلب وسبائك النحاس، لذا يجب نزع الغازات من مياه التغذية قبل دخولها للوحدة. وتتزايد معدلات التآكل من خفض الرقم الهيدروجيني حيث يتحول الماء إلى الصورة الحمضية، لذا يجب المحافظة على الرقم

الهيدروجيني إلى ما بين ٧- ٨. كما يؤثر ارتفاع درجة الحرارة على زيادة معدلات التآكل بصورة ملحوظة. كذلك سرعة سريان الماء بالوحدة خاصة إذا كان الماء به غازات ذائبة كالأكسجين.
كذلك يؤدي تواجد الكلور الزائد بالماء إلى زيادة معدلات التآكل.
هل يسبب الماء المقطر تآكل في المحطات الحرارية ؟؟

يتمتع الماء المقطر بشراهة لإحداث التآكل بسبب خلوه من الأيونات الذائبة به. ويكون له القدرة على مهاجمة بعض المواد الإنشائية (مثل الجير الحي في الخرسانة) المستخدمة في التخزين والتوزيع للمياه المنتجة، كما يذيب القشور الملحية المترسبة على مواسير نقل الماء، ويؤدي على تأكل الأنابيب الحديدية (صدأ) خاصة مع توفر الأكسجين الذائب لذا فإن إضافة بعض الأملاح للماء المقطر تكبح جماح شراهة الماء للتآكل. ومن هذه الإضافات كربونات الصوديوم، الجير كربونات الكالسيوم .... إلخ وتعتبر الأخيرة من أقوى مانعات التآكل المستخدمة في الماء المنتج. وفي هذه الحالة تجري المعالجة بخلط الماء المنتج. بكميات من الماء المالح (ماء الآبار)، أو تحضير كربونات الكالسيوم من تمرير ثاني أكسيد الكربون على الجير الحي.
ماذا يحدث لمحلول الرجيع المركز؟
إن العامل المشترك في كل عمليات التحلية هو إنتاج الرجيع المركز (يسمى أيضاً محلول ملحي، رجيع مطرود، أو تدفق منبوذ). وهذا المحلول يحتوي على الأملاح الزائدة التي تركت من مياه التغذية لإنتاج المياه العذبة، ويحتوي كذلك على المواد الكيمائية التي أضيفت أثناء عملية التحلية وأي نسبة من الترسبات من الماء أو التفاعلات الداخلية للعملية. غير أنه غالباً ما يشمل نسبة كبيرة من الماء وللتخلص من هذا الماء المخلف بطريقة صحيحة (للمحافظة على البيئة) يعود للبحر إذا كان موقع محطة التحلية قريباً من البحر، فإن ذلك يقلل من إمكانية حدوث مشكلة، ذلك لأن عنصر التلوث الرئيسي في التدفق المركز هو الملح الذي لا يسبب أي مشكلة بالنسبة للبحر. إلا أنه يجب في نفس الوقت أن يؤخذ في الاعتبار إمكانية وجود مشكلة من المحتويات الإضافية مثل الكيماويات ودرجة حرارة الماء، ويجب الأخذ في الاعتبار عدم تلوث أي أرض أو سطح مائي بالأملاح والكيماويات الموجودة في الرجيع المركز. والجدول ٣ يوضح بعض المعايير والمواصفات لبعض المواد والعناصر قبل تصريفها في البيئة البحرية، والمحددة من وزارة شؤون البيئة في مصر ولاحظ بعض السلبيات في هذه المعايير (والتي يتم دراستها الآن) وهي أن مجموع المواد الصلبة لا تزيد عن ٢٠٠٠ جزء في المليون وهذا صعب وشبه مستحيل في حالة ما إذا كان ماء التغذية نفسه قرب أو أعلى من ٢٠٠٠ جزء في المليون .

كما أن هناك مشكلة واضحة تأتي من إنشاء محطة تحلية في المناطق الداخلية بعيداً عن جسم مائي كبير. ويشمل التخلص تخفيف المحلول أو حقن المحلول المركز في صخور حاملة للمياه المالحة ، أو تبخيره ، أو نقله بالأنابيب إلى نقطة التخلص. وكل هذه الوسائل تضاف على تكلفة علمية التحلية . ويجب أن تكون وسائل التخلص من الرجيع الملحي أحد المواضيع التي يجب بحثها في أي دراسة جدوى اقتصادية لمحطة تحلية المياه المالحة. وتكلفة التخلص من الرجيع المركز يمكن أن تؤثر تأثيراً عكسياً على اقتصاديات التحلية.

الجدول ٣: المعايير و المواصفات لبعض المواد عند تصريفها في البيئة البحرية:

البيان	الحد الأقصى للمعايير و المواصفات:mg/L (ما لم يذكر غير ذلك)
درجة ا رارة	لا تزيد عن ١٠ درجات فوق ا عدل السائد
الرقم ا دروجي pH	٦-٩
اللونColour	خالية من ا واد ا لونة
الأكسج ا يوي ا متصB.O.D	٦٠
الأكسج ا ستهلك كيماوياC.O.D	١٠٠
موع ا واد الصلبة الذائبة T.D.S	٢٠٠٠
ا واد العالقة	٦٠
العكارة Turbidity	NTU 50
الك يتات	١
الزيوت و الشحوم Oils & Creases	١٥
ا يدروكربونات من أصل بترو	٠.٥
الفوسفات	٥
النيترات	٤٠
الفيونولات	١
الفلوريدات	١
الألومنيوم	٣
الأمونيا (نيتروج)	٣
الزئبق	٠.٠٠٥
الرصاص	٠.٥

الكادميوم	٠.٠٥
الزرنيخ	٠.٠٥
الكروم	١
النحاس	1.5
النيكل	٠.١
ا ديد	1.5
ا نجنيز	١
الزنك	5
الفضة	٠.١
باريوم	٢
كوبالت	٢
ا بيدات بأنواعها	٠.٢
السيانيد	٠.١
العدد الاحتما للمجموعة القولونية ١٠٠ سم٣	5٠٠٠